

# 帯域消去型平行二本線路の特性とその応用に関する研究

著者	渋谷 常雄
号	348
発行年	1977
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/11297">http://hdl.handle.net/10097/11297</a>

氏 名	しぶ や つね お 洪 谷 常 雄
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	昭和 5 2 年 9 月 7 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭和 3 8 年 3 月 東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻 修士課程修了
学 位 論 文 題 目	帯域消去型平行二本線路の特性とその応用に関する 研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 西田 茂穂      東北大学教授 佐藤利三郎 東北大学教授 星子 幸男      東北大学教授 斎藤 伸自

## 論 文 内 容 要 旨

本論文は下記のような章から構成されている。

- 第 1 章 緒 論
- 第 2 章 帯域消去型平行二本線路の電磁界および伝送特性
- 第 3 章 帯域消去型平行二本線路の等価回路と特性図表
- 第 4 章 帯域消去型平行二本線路を用いた伝送回路網
- 第 5 章 実 験
- 第 6 章 結 論
- 謝 辞
- 文 献
- 付 録

第1章は緒論であり、本研究の背景、目的および成果ならびに各章の概要について述べている。

本論文における帯域消去型平行二本線路は、従来のTEMモード伝送用の線路である分布定数線路とは異なる特性を有する新しい線路である。すなわち、多層媒質で囲まれた平行二本線路である本線路の伝送特性は急峻なる凹凸の伝送損失特性を有する帯域消去型の特性を示すものである。

しかるに、このような帯域消去型平行二本線路は境界条件が複雑で、厳密な特性解析を行なうことは困難であるため、先に、まず、実験的解析を主とした研究が進められた。また、それと平行して理論的解析も進められ、特性の近似解析が行われてきた。

本論文においては、この帯域消去型平行二本線路として、遮蔽された多層媒質で囲まれた平行二本線路を主にとりあげ、この平行二本線路の入力が平衡伝送の場合について線路の電磁界および伝送特性を近似解析ではあるが比較的厳密にMaxwellの方程式から求めて、線路定数と線路の断面構造との関係を明らかにし、その結果から線路の等価回路や線路の特性図表を作成した。そして、それらの結果を用いて、この帯域消去型平行二本線路の応用例として、これを回路素子として用いた伝送回路網を設計し、それを実験によって確認しているものである。この伝送回路網は、従来の分布定数線路を用いた棒状回路ではつくることができなかった減衰極を有する減衰特性をもち、しかも、線路の特性上、大電力用でかつ平衡型の回路網である等、大きな特徴をもつものである。

なお、このような研究に関しては、他には諸外国の研究にも見うけられない。

第2章は帯域消去型平行二本線路の電磁界および伝送特性について述べている。すなわち、帯域消去型平行二本線路として、平行二本線路の周囲の媒質が二本線路の中心を中心とした円形断面の多層媒質で構成されている線路すなわち、多層媒質で囲まれた平行二本線路をとりあげ、その中で、主として、完全導体で遮蔽された二層媒質で囲まれた平行二本線路についての電磁界および伝送特性につき理論的解析を行ない、線路定数と線路の断面構造との関係を明らかにした。

すなわち、次のような結果が得られ、第3章における線路の等価回路の誘導や線路の特性図表の作成を容易にし、かつ、第4章における帯域消去型平行二本線路の応用としての伝送回路網設計の基礎理論が確立された。

- (1) 線路の等価誘電率の周波数特性は、平行二本線路に給電されたTEMの励振モードによって多層媒質線路にダイポールモードが励振される周波数すなわち、線路の二つのモードの結合電力が最大の周波数付近において急峻なる変化を示す。また、その結合周波数、等価誘電率および伝搬定数は、平行二本線路を含めた線路の断面構造によって決定される。
- (2) 線路の第2媒質に若干の損失を与えることにより、線路の二つのモードの結合電力が最大の周波数付近で大きな損失を得ることができる。

第3章は帯域消去型平行二本線路の等価回路と特性図表の作成について述べている。第2章に

において理論解析された帯域消去型平行二本線路の伝送特性すなわち、線路の平行二本線路と多層媒質線路間の結合による伝送特性を伝送回路網に応用するため、第2章における解析結果から線路の等価回路を誘導し、その物理的意味を明らかにしながら伝送回路網設計に必要な回路定数を求めた。

また、この結果から求められた特性インピーダンスについての特性図表および線路の媒質部の構造決定のための特性図表を作成し、次の第4章における帯域消去型平行二本線路を用いた伝送回路網の設計を容易にしたものである。

第4章は帯域消去型平行二本線路を用いた伝送回路網の設計等について述べているものである。すなわち、第2、第3章における解析結果により、本研究における帯域消去型平行二本線路の応用例として縦続接続型回路網および単一素子型回路網である大電力用ろ波器や疑似負荷を設計し、次のような特徴のある結果が得られた。

- (1) これらのろ波器等は、分布定数線路を用いた従来の棒状回路では、その減衰特性に減衰極を作ることができなかったが、本研究の帯域消去型平行二本線路を用いることによってこれが可能になり、所望の減衰特性を得ることができた。これは従来の棒状回路の欠点であった立ち上がり特性を改善するうえに非常に有効である。また、その減衰は単純に線路の長さを変化することにより加減できる特性がある。
- (2) 大電力用伝送回路網においては、常に考えなければならなかった発熱の問題について、線路の第2媒質に水を使用することにより、特に考える必要がない。
- (3) 従来の分布定数線路を用いた伝送回路網がほとんど不平衡型であったのに対して、平衡型で回路構成ができる。

第5章は実験について述べている。すなわち、第2章において解析を行なった帯域消去型平行二本線路としての遮蔽された二層媒質で囲まれた平行二本線路の伝送特性および第4章において設計した伝送回路網についての関連実験を行なって理論的解析および設計結果のうらづけをし、線路の特性を一層明らかにしたものである。

第6章は結論であって、前述のように明らかになった本研究の成果について述べるとともに、今後の研究の問題点として、線路が不平衡伝送の場合や多線条の場合には新たな特性や応用も考えられることを示唆した。

なお、最後に付録として、帯域消去型平行二本線路の結合が小さい場合における特性インピーダンス等の近似解法としての等角写像法等の二次元的解法をあげ、第2章および第3章における解析結果と一致することを示した。

## 審 査 結 果 の 要 旨

平行二本線路は周波数に無関係な伝搬速度をもつTEM波の伝送路である。この線路に、伝搬速度が周波数によって変化する別の伝送路を分布結合させると、両伝送路の伝搬速度がほぼ等しくなる特定の周波数において、平行二本線路は、急峻な立ち上りをもつ帯域消去型の減衰特性を示す。著者はこのような特性をもつ伝送路として、平行二本線路を多層の円筒誘電体にて包み、その外側を金属で遮蔽した新しい構造の伝送路を提案した。本論文はこの伝送路を理論的、実験的に解析し、その伝送特性を検討した成果、およびこの伝送路を素子とするろ波器の設計について得られた研究成果をまとめたもので、全文6章よりなる。

第1章は緒論である。

第2章では、著者提案の帯域消去型平行二本線路の理論的解析とそれより得られた伝送特性について述べている。この理論は境界値問題の解法を主としているが、特性に急激な変化のある部分では結合波理論が適用され、広い周波数範囲にわたる伝送特性が明らかにされた。この結果は第5章で述べている実験結果とよく一致している。

第3章では、前章の結果にもとづき、設計の立場から、帯域消去型平行二本線路の等価回路を導き、これを利用して線路設計に必要な特性図表を与えている。ここで導かれた等価回路は特定の周波数において急激な変化をもつ伝送特性をよく説明するものであり、また与えられた特性図表はこの線路をろ波器の素子として利用する場合の有用な設計資料である。

第4章では、帯域消去型平行二本線路を素子として利用する分布定数ろ波器の設計について述べている。この線路を用いる棒状ろ波器では、その減衰特性に減衰極をもたせることができ、従来の分布定数線路による棒状ろ波器では実現できなかった特性、即ち立ち上りの急峻な減衰特性が得られることを明らかにしている。

第5章では、著者提案の帯域消去型平行二本線路および前章の手法で設計されろ波器について行った実験とその結果を述べている。線路の測定結果は第2章の解析結果とよく一致しており、ろ波器の測定結果は所望の特性が得られたことを示している。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、実用的な帯域消去型平行二本線路を提案し、その伝送特性を明らかにして有用な設計資料を与え、また、その線路の応用として優れたろ波器の設計法を明らかにしたもので、通信工学に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。